

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-5374

(P2010-5374A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/00 (2006.01)

F 1  
A61B 8/00

テーマコード(参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-63046 (P2009-63046)  
 (22) 出願日 平成21年3月16日(2009.3.16)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-139317 (P2008-139317)  
 (32) 優先日 平成20年5月28日(2008.5.28)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000232483  
 日本電波工業株式会社  
 東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚  
 NAビル  
 (72) 発明者 松澤 格  
 埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2  
 日本電波工業株式会社狭山事業所内  
 Fターム(参考) 4C601 BB03 BB13 BB15 BB16 EE03  
 GA13 GB33 GB35 GC02 GC10

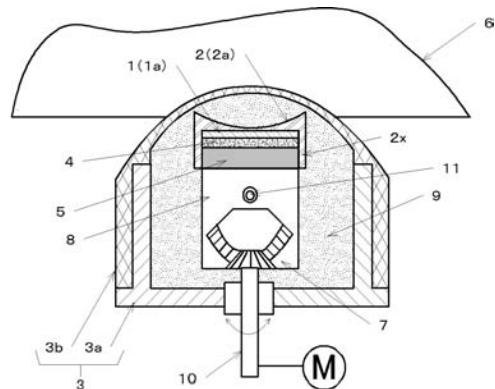
(54) 【発明の名称】 短軸運動型の超音波探触子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 伝播損失を抑制して感度を高めた短軸運動型の超音波探触子を提供する。

【解決手段】 複数の圧電素子を前記圧電素子の幅方向となる長軸方向に並べた圧電素子群1と、前記圧電素子群1の超音波送受波面側に設けられて前記圧電素子の長さ方向となる短軸方向に曲率を有する音響レンズ2と、前記音響レンズ2が設けられた圧電素子群1を收容して超音波媒質としての液体9が充填された密閉容器3内とを備え、前記圧電素子群1を前記短軸方向に運動して超音波を生体に送受波してなる短軸運動型超音波探触子において、前記音響レンズ2はシリコン樹脂よりも伝搬損失の少なく生体よりも音速が大きい凹レンズ2aとして、前記凹レンズ2aの音速c1、前記液体9の音速c2及び前記生体の音速c3は $c1 > c3 > c2$ である構成とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の圧電素子を前記圧電素

子の幅方向となる長軸方向に並べた圧電素子群と、前記圧電素子群の超音波送受波面側に設けられて前記圧電素子の長さ方向となる短軸方向に曲率を有する音響レンズと、前記音響レンズが設けられた圧電素子群を収容して超音波媒質としての液体が充填された密閉容器とを備え、前記圧電素子群を前記短軸方向に運動して超音波を生体に送受波してなる短軸運動型超音波探触子において、前記音響レンズはシリコーン樹脂よりも伝搬損失の少なく生体よりも音速が大きい凹レンズとして、前記凹レンズの音速  $c_1$ 、前記液体の音速  $c_2$  及び前記生体の音速  $c_3$  は  $c_1 > c_3 > c_2$  であることを特徴とする短軸運動型の超音波探触子。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記凹レンズの焦点距離  $f$  に対する曲率半径  $r$  は、 $r = \{ (c_1 - c_2) / (c_1 \cdot c_2) \} \cdot c_3 \cdot f$  で決定される短軸運動型の超音波探触子。

## 【請求項 3】

請求項 1 において、前記音響レンズはメチルペンテル樹脂からなり、前記液体はポリプロピレングリコールである短軸運動型の超音波探触子。

## 【請求項 4】

請求項 1 において、前記圧電素子群は短軸方向に円弧状に回転揺動する、又は直線上に往復移動する短軸運動型の超音波探触子。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は圧電素子群の短軸方向に回転揺動又は直線上往復移動する短軸運動型の超音波探触子を技術分野とし、特に圧電素子群の前面である超音波送受波面に設けられた音響レンズに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

(発明の背景)

短軸運動型の超音波探触子は超音波発生源としての圧電素子群を短軸方向に機械的に走査して長軸方向には電子的に走査する。したがって、例えば短軸及び長軸のいずれをも電子走査するマトリクス型に比較し、電気的な配線を容易にして三次元画像が得られることから注目を浴びている。

30

## 【0003】

(従来技術の一例、特許文献 1)

第 5 図は一従来例を説明する回転揺動とした短軸運動型の超音波探触子の図で、同図 (a) は長軸方向の、同図 (b) は短軸方向の断面図である。

## 【0004】

超音波探触子は圧電素子群 1 と音響レンズ 2 と密閉容器 3 とを少なくとも備える。圧電素子群 1 は複数の圧電素子 1 a を幅方向となる長軸方向に並べられ、ここではバッキング材 4 上に固着される。バッキング材 4 は円弧状の基台 5 に固着されて、圧電素子群 1 は長軸方向にコンベックス状とする。圧電素子群 1 上には生体との音響インピーダンスの整合を計る図示しない音響整合層が設けられる。

40

## 【0005】

音響レンズ 2 は圧電素子群 1 の超音波送受波面側となる音響整合層上に設けられ、圧電素子の長さ方向となる短軸方向に曲率を有する凸レンズとする。なお、音響レンズ 2 は脚部 2 x を有して、圧電素子群 1 等の外側面にわたって覆われる。音響レンズ 2 は生体よりも小さい音速のシリコーン樹脂からなる。ここでは、音響レンズ 2 の凸面とは反対面の外周部に脚部を有し、圧電素子群 1 等を覆って設けられる。

## 【0006】

50

この場合、第6図に示したように、音響レンズ2の厚みの最も大きい中央部での超音波P1よりも外周部での超音波P2の伝播(進行)が速まるので、超音波の波面は中心部が最も遅い曲線Wで示す湾曲面となる。したがって、超音波Pは太線で示すように音響レンズ2の中心線Aに向かって進行し、音響レンズ2の曲率に従ったx印の焦点距離fにて収束する。したがって、生体6の被検出部(疾患部)に対する超音波の伝播効率を高められる。

【0007】

密閉容器3はいずれも凹状とした容器本体(内ケース)3aとこれを覆うカバー3bとからなる。容器本体3aにはモータMやカサ歯車機構7等によって、短軸方向に回転揺動する固定台8が取り付けられる。固定台8上には圧電素子群1等が固着された基台5が予め固着される。そして、圧電素子群1の超音波送受波面側に設けられた音響レンズ2がカバー3bと対面し、カバー3bから超音波が生体に送受波する。

10

【0008】

密閉容器3の内部空間には圧電素子群1からの超音波の減衰を防止する超音波媒質としての液体9例えばポリプロピレングリコールが図示しない注入孔から充填される。なお、密閉容器3に液体9が充填されず、カバー3bの内周面と圧電素子群1の表面との間が空気の場合は、超音波の減衰が大きくて伝播効率が悪化し、超音波の送受波が望めない。図中の符号10はカサ歯車のシャフト、同11は固定台8を回転自在とする軸受機構のピンである。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-267817号公報

【特許文献2】特開2008-80093号公報

【特許文献3】実開昭57-23599号公報

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】基礎物理学 上巻 編者：金原寿郎 発行者：安孫子貞次 昭和46年2月1日発行 p221(薄レンズの公式)

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

(従来技術の問題点)

しかしながら、上記構成の超音波探触子では、音響レンズ2(凸レンズ)はシリコーン樹脂(ゴム)とするので、超音波の伝播損失が大きい。この場合、診断部が生体6の表面に近く超音波の焦点距離fが短いほど、音響レンズ2の曲率半径は小さくなる。したがって、音響レンズ2の中心部での厚みが大きくなることから、伝播損失がさらに大きくなる。そして、超音波探触子の感度が低下する問題があった。

【0012】

ちなみに、超音波媒質としての生体6の音速をc3(1500m/s)とし、シリコーン樹脂からなる音響レンズ2の音速をc1(1000m/s)として、焦点距離をfとすると、音響レンズ2の曲率半径rは次式(A)になる。但し、nは生体6を基準とした音響レンズ2の屈折率で、n=c1/c3である。なお、式(A)によってrが負であれば凸レンズであり、正であれば凹レンズとなる。

40

$$\begin{aligned} r &= f \{ 1 - (c3 / c1) \} \\ &= f \{ (n - 1) / n \} \quad \dots (A) \end{aligned}$$

【0013】

この式(A)から明らかなように焦点距離fが短いほど曲率半径rも小さくなる。通常では、生体6の表面から深部を診断する場合(焦点距離fが長い場合)は低周波帯例えば3.5MHzが、体表面近傍を診断する場合(焦点距離fが短い場合)は高周波数帯例えば1

50

0MHz帯が適用される。なお、超音波媒質としての液体9の音速 $c_2$ (1370m/s)も影響するが、通常では生体の音速 $c_3$ と同等として処理される。

【0014】

(発明の目的)

本発明は伝播損失を抑制して感度を高めた短軸運動型の超音波探触子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

(着目点)

本発明は、第1に、音響レンズは音速が生体よりも大きくなるものの、シリコーン樹脂よりも伝搬損失の小さい樹脂とし、これを凹レンズとして適用する点に着目した。第2に、密閉容器内に充填される超音波媒質としての液体が生体の音速よりも小さければ、凹レンズと生体との音速差よりも、凹レンズと液体との音速差が大きくなって、段落0015(0031、0032)に記載するように凹レンズの厚みを小さくできる点に着目した。

【0016】

(解決手段)

本発明は、特許請求の範囲(請求項1)に示したように、複数の圧電素子を前記圧電素子の幅方向となる長軸方向に並べた圧電素子群と、前記圧電素子群の超音波送受波面側に設けられて前記圧電素子の長さ方向となる短軸方向に曲率を有する音響レンズと、前記音響レンズが設けられた圧電素子群を収容して超音波媒質としての液体が充填された密閉容器とを備え、前記圧電素子群を前記短軸方向に運動して超音波を生体に送受波してなる短軸運動型超音波探触子において、前記音響レンズはシリコーン樹脂よりも伝搬損失の少なく生体よりも音速が大きい凹レンズとして、前記凹レンズの音速 $c_1$ 、前記液体の音速 $c_2$ 及び前記生体の音速 $c_3$ は $c_1 > c_3 > c_2$ である構成とする。

【発明の効果】

【0017】

このような構成であれば、凹レンズ、液体、生体の音速 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$ を $c_1 > c_3 > c_2$ とするので、凹レンズと生体との音速差( $c_1 - c_3$ )よりも、凹レンズと液体との音速差( $c_1 - c_2$ )が大きくなる。この場合、凹レンズの曲率半径 $r$ を同一とすると、音速差が大きいほど焦点距離は短くなる。逆に言えば、焦点距離 $f$ を同一距離とすると、音速差が大きいほど凹レンズの曲率半径が大きくなる。したがって、生体よりも音速の小さい液体を考慮しない凹レンズのみの厚みよりも、液体を考慮した凹レンズの厚みを小さくできる。

【0018】

また、音響レンズとしての凹レンズは、シリコーン樹脂よりも伝搬損失の少ない樹脂とする。したがって、仮に、シリコーン樹脂からなる凸レンズよりも、 $c_1 > c_3 > c_2$ とした凹レンズの厚みが大きくなっても、超音波の伝播損失を抑制して感度を向上できる。

【0019】

(実施態様項)

本発明の請求項2では、請求項1において、前記凹レンズの焦点距離 $f$ に対する曲率半径 $r$ は、 $r = \{ (c_1 - c_2) / c_1 \cdot c_2 \} \cdot c_3 \cdot f$ で決定される。これにより、焦点距離 $f$ に応じた凹レンズの曲率半径を容易に決定できる。なお、第1実施形態で後述するように、上式は非特許文献1の(3)式に基づいて導出される。

【0020】

同請求項3では、請求項1において、前記音響レンズはメチルペンテル樹脂からなり、前記液体はポリプロピレングリコールとする。これにより、音響レンズのメチルペンテル樹脂は音速 $c_1$ を2050m/sとして生体の音速 $c_3$ (1500m/s)よりも大きく、凹レンズとすることによって音響レンズに適用できる。そして、後述するように(段落0045)、メチルペンテル樹脂は単位長さ当たりの減衰量を約0.448dB/mm/MHzとし、シリコーン樹脂の約1.0dB/mm/MHzよりも小さくする。

10

20

30

40

50

## 【0021】

また、液体のポリプロピレングリコールは、音速  $c_2$  を  $1370\text{m/s}$  として生体の音速  $c_3$  よりも小さくする。したがって、凹レンズ（音速  $c_1$ ）と液体との音速差（ $c_1 - c_2$ ）は、凹レンズと生体との音速差（ $c_1 - c_3$ ）よりも大きくできて、請求項 1 の  $c_1 > c_3 > c_2$  とした構成を実現できる。

## 【0022】

同請求項 4 では、請求項 1 において、前記圧電素子群は短軸方向に円弧状に回転揺動する、又は直線上に往復移動する。これにより、短軸運動型とした超音波探触子の機能が明確になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図 1】本発明の一実施形態を説明する超音波探触子の短軸方向の断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態の作用を説明する超音波探触子の短軸方向の模式的な一部断面図である。

【図 3】本発明の一実施形態に至った薄レンズの作用を説明する概念図である。

【図 4】本発明の他の実施形態を説明する図で、同図（a）は超音波探触子の短軸方向の断面図、同図（b）は音響レンズの図である。

【図 5】従来例を説明する回転揺動とした短軸運動型の超音波探触子の図で、同図（a）は長軸方向の、同図（b）は短軸方向の断面図である。

【図 6】従来例の音響レンズの作用を説明する超音波探触子の一部断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0024】

第 1 図は本発明の一実施形態を説明する超音波探触子の短軸方向の断面図である。なお、前従来例と同一部分には同番号を付与してその説明は簡略又は省略する。

## 【0025】

超音波探触子は、前述したように、短軸方向に曲率を有する音響レンズ 2 が超音波送受波面側に設けられて長軸方向に並べられた圧電素子群 1 を密閉容器 3 内に収容する。密閉容器 3 は超音波媒質としての液体 9 が充填され、圧電素子群 1 は容器本体 3 a の回転揺動する固定台 8 上に固定されて、短軸方向に回転揺動する。そして、カバー 3 b 側から超音波が生体 6 に送受波される。

## 【0026】

そして、この実施形態では、音響レンズ 2 は脚部 2 x を有する凹レンズ 2 a として凹面を生体側（カバー側）とする。凹レンズ 2 a はメチルペンテル樹脂（通称では TPX 樹脂）からなり、音速  $c_1$  を  $2050\text{m/s}$  として、生体の音速  $c_3$ （ $1500\text{m/s}$ ）よりも大きい。そして、密閉容器 3 に充填される超音波媒質としての液体 9 はポリプロピレングリコールからなり、音速  $c_2$  を  $1370\text{m/s}$  として、生体の音速  $c_3$  よりも小さくする。

## 【0027】

要するに、音響レンズ 2（凹レンズ 2 a）、液体 9 及び生体 6 の音速  $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$  の関係を  $c_1 > c_3 > c_2$  とする。これにより、凹レンズ 2 a の音速  $c_1$  は液体 9 及び生体 6 の音速  $c_2$ 、 $c_3$  よりも大きいので、凹レンズ 2 a の厚みの大きい両端部を通過して生体 6 に到達するまでの超音波の進行が、厚みの小さい中央部を通過する超音波よりも速くなる。したがって、凸レンズと同様に、凹レンズ 2 a の曲率に応じた焦点距離  $f$  を有して、超音波が中心線上の生体内で収束する。

## 【0028】

この場合、例えば第 2 図に模式的に示したように、凹レンズ 2 a の凹面内に充填された液体 9 は凸レンズ 2 b を形成し、凹レンズ 2 a と凸レンズ 2 b による両主面間で平行平面とした積層レンズを形成する。そして、凹レンズ 2 a の内周曲率半径  $r$  と凸レンズ 2 b の外周曲率半径  $r$  とは同一となり、ここでは便宜的に凸レンズの中心が点的に露出した平行平面とする。

## 【0029】

10

20

30

40

50

したがって、先ず、密閉容器 3 内の圧電素子群 1 から送波される超音波 P は、凹レンズ 2 a (音速  $c_1$ ) とこれより遅い音速  $c_2$  の液体 9 によって、両端部での超音波 P 2 の進行が速く (超音波 P 2)、中央部での超音波 P 1 は遅くなる。これにより、液体 9 の充填された凹レンズ 2 a の開口端面 (水平面) までは、両端部の超音波 P 1 は中央部よりも速く進行する。

【0030】

次に、凹レンズ 2 a の開口端面を過ぎると、両端部と中央部の超音波 P 1、P 2 はいずれも液体 9 中の音速  $c_2$  となって、進行距離差を維持したまま、同一速度で進行する。最後に、カバー 3 b の表面から、進行距離差を維持したまま、音速  $c_3$  とした同一速度で生体 6 の内部を進行する。そして、凹レンズ 2 a の曲率  $r$  に基づいて決定される焦点距離  $f$  で、超音波は生体内で収束する。

10

【0031】

(第 1 実施形態による効果)

このような構成であれば、音響レンズ 2 (凹レンズ 2 a) は、シリコーン樹脂よりも超音波の減衰が小さい樹脂とする。したがって、凹レンズ 2 a の厚みが従来のシリコーン樹脂を用いた凸レンズよりも大きくなっても、基本的に減衰量を小さくできる。

【0032】

そして、前述したように、液体 9 の充填された凹レンズ 2 a 即ち積層レンズの中心部では、凹レンズ 2 a よりも音速の小さい液体 9 からなる凸レンズ 2 b の最大厚み部となって、超音波の進行が遅くなる。そして、積層レンズの外周部では、液体 9 (凸レンズ) よりも音速の大きい凹レンズ 2 a の最大厚み部となって、超音波の進行が速くなる。

20

【0033】

したがって、液体 9 からなる凸レンズ 2 b を考慮した積層レンズとすると、中央部と両端部との間での超音波 P 1、P 2 との進行距離差が大きくなる。これにより、液体 9 を考慮しない凹レンズ 2 a のみとした場合よりも、液体 9 を考慮して平行平面とした積層レンズの厚みを小さく、即ち、凹面内に液体 9 が充填される凹レンズ 2 a の厚みを小さくできる。

【0034】

要するに、発明の効果の欄 (段落 0016) でも記載するように、凹レンズ 2 a、液体 9、及び生体の音速  $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$  を  $c_1 > c_3 > c_2$  とするので、凹レンズ 2 a と生体 6 との音速差 ( $c_1 - c_3$ ) よりも、凹レンズ 2 a と液体 9 との音速差 ( $c_1 - c_2$ ) が大きくなる。この場合、凹レンズ 2 a の曲率半径  $r$  を同一とすると、音速差が大きいほど焦点距離は短くなる。

30

【0035】

逆に言えば、焦点距離  $f$  を同一距離とすると、音速差が大きいほど凹レンズ 2 a の曲率半径は大きくなる。したがって、液体 9 を考慮しない凹レンズ 2 a よりも、液体 9 を加味した凹レンズ 2 a の厚みを小さくできる。これにより、音響レンズ 2 (凹レンズ 2 a) を通過する超音波の伝播損失 (減衰量) をさらに抑制して、超音波探触子の感度を向上できる。

【0036】

(音響レンズ 2 の曲率  $r$  及び根拠)

ちなみに、凹レンズ 2 a の曲率  $r$  は、予め設定される焦点距離  $f$  に基づき、凹レンズ 2 a、凸レンズ 2 b しての液体 9、及び生体の音速  $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$  から、以下の式 (B) で決定される。なお、従来では液体 9 の音速  $c_2$  は生体とほぼ同一等として考慮されていなかった。

40

$$r = \{ (c_1 - c_2) / (c_1 \cdot c_2) \} \cdot c_3 \cdot f \quad \cdot \cdot (B)$$

【0037】

上式 (B) は例えば非特許文献 1 で示される薄レンズの結像公式 (1) (2) から以下にして導出される。すなわち、特許文献 1 では、第 3 図 (非特許文献 1 の 11.4 - 11 図と同一) に示したように、屈折率  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$  とした媒質が、曲率半径を  $r_1$ 、 $r_2$  と

50

した曲面 1 及び 2 で順次接した場合、各曲面 1、2 の結像公式は、次式 (1) (2) になる。

$$n_2/s_1 - n_1/s_1 = (n_2 - n_1)/r_1 \cdots (1)$$

$$n_3/s_2 - n_2/s_2 = (n_3 - n_2)/r_2 \cdots (2)$$

【0038】

但し、座標軸 x で示す主軸と各曲面との交点を S1、S2 とし、S1S2 間の距離は十分に小さいとする。そして、s1、s1 は交点 S1 からの、s2、s2 は交点 S2 からの距離である。また、図中の C1 は曲率半径 r1 とした曲面 1 の、C2 は同 r2 とした曲面 2 の中心であり、例えば r1 < r2 の例を示している。なお、式 (1) (2) での s1、s2 が各曲面 1、2 による入射光 (実線) の焦点距離 f になる。

10

【0039】

ここで、s2 = s1 - S1S2 となるが、薄レンズの仮定により、距離 S1S2 は無視できるので、s2 = s1 となる。したがって、式 (1) (2) より s2 を消去すると、次式 (3) になるとしている。

$$(n_3/s_2) - (n_1/s_1) =$$

$$(n_2 - 1) (1/r_1 - 1/r_2) + \{(n_3 - 1)/r_2 - (n_1 - 1)/r_1\} \cdots (3)$$

【0040】

以上が特許文献 1 での開示事項であるが、ここで、本発明は、曲面 2 (曲率半径 r2) を平坦面即ち曲率半径を無限大 ( ) とした場合を想定した。この場合は、曲率半径 r がなので、式 (3) は次式 (4) になる。そして、s1 を - とすると、換言すると、入射波が無限に離れた点源からの波 (即ち平行波) とすると、次式 (5) になる。

20

$$(n_3/s_2) - (n_1/s_1) = (n_2 - n_1)/r_1 \cdots (4)$$

$$(n_3/s_2) = (n_2 - n_1)/r_1 \cdots (5)$$

【0041】

したがって、式 (5) から、曲面 2 を平坦面 (曲率半径 r が ) として入射光を平行波としたときの、焦点距離 f 即ち s2、媒質 n1、n2、n3 及び曲面 1 の曲率半径 r1 の関係が導出される。例えば (5) 式を変形して曲面 1 の曲率半径 r1 を求めると次式 (6) になる。

$$r_1 = \{ (n_2 - n_1) / n_3 \} s_2 \cdots (6)$$

【0042】

ここで、屈折率 n1、n2、n3 とした媒質を、本実施形態での凹レンズ 2a、液体 9 からなる凸レンズ 2b、生体 6 とする。この場合、生体 6 の音速 c3 (1500m/s) を基準とすると、凹レンズ 2a (音速 c1)、凸レンズ 2b (音速 c2) 及び生体 6 の屈折率 n1、n2、n3 は c3/c1、c3/c2、c3/c3 (= 1) となる。

30

【0043】

したがって、式 (6) は次式 (7) になる「前述の式 (B) と同一」。但し、s2 = f である。これにより、生体 6 での焦点距離 f (= s2) 及び凹レンズ 2a、凸レンズ 2b の音速から、凸レンズ 2b (凹レンズ 2a) の曲率半径 r1 を求められる。

$$r_1 = \{ (c_3/c_2) - (c_3/c_1) \} s_2$$

$$= \{ (c_1 - c_2) / (c_1 \cdot c_2) \} \cdot c_3 \cdot f \cdots (7) \text{ 「} = (B) \text{」}$$

40

【0044】

(各音響レンズの厚み)

例えば超音波周波数を 7.5 MHz とし、圧電素子 1 の短軸方向での長さ L を 6 mm、焦点距離 f を 20 mm とすると、従来例のシリコン樹脂からなる凸レンズとして液体 9 を考慮しない場合は、前述した式 (A) から曲率半径 r が 9.98 mm とし、凸レンズの中央部での最大厚み部は 0.462 mm となる。

【0045】

そして、超音波周波数及び短軸方向での長さを同一条件とし、メチルペンテル樹脂からなる凹レンズ 2a として液体 9 を考慮しない場合の音響レンズ 2 の場合は、同様に式 (A) から曲率半径 r が 5.36 mm とし、凹レンズ 2a の両端部での最大厚み部は 0.

50

92mmとなる。なお、これらの最大厚み部の値は、(A)式から曲率半径  $r$  が求められるので、短軸方向での長さ  $L$  が与えられれば、凸レンズの最大厚み部を算出できる。

【0046】

さらに、条件を同一として、メチルペンテル樹脂からなる凹レンズ 2a として、本願発明での液体 9 を考慮した音響レンズ 2 (積層レンズ) の場合は、本発明による (B) 式に基づいて曲率半径を 7.26mm として、長さ  $L$  から凹レンズ 2a の両端部での最大厚み部は 0.66mm となる。

【0047】

これらから、メチルペンテル樹脂からなる凹レンズ 2a は液体 9 を考慮してもしなくても、従来例の凸レンズよりも大きくなるものの、液体 9 を考慮した凹レンズ 2a (積層レンズ) は、液体 9 を考慮しない凹レンズ 2a よりも 3 割程度の厚みを小さくできる。

10

【0048】

(各音響レンズの減衰量)

ここで、音響レンズ 2 を通過する超音波の減衰量  $A$  (dB) は、超音波周波数  $f$  (MHz) に比例して  $A = \quad \cdot t \cdot f$  (dB) となる。但し、 $\quad$  は単位長さ (1mm) 当たりの減衰量、 $t$  は前述した最大厚み部の長さである。そして、従来例の凸レンズとするシリコーン樹脂の単位長さ当たりの減衰量は約 1.0 dB/mm/MHz、本発明での凹レンズ 2a とするメチルペンテル樹脂は約 0.448 dB/mm/MHz となる。

【0049】

これらから、超音波周波数  $f$  を前述した 7.5MHz とすると、シリコーン樹脂を用いた凸レンズによる減衰量  $A_1$  は 3.465 dB ( $1 \times 0.462 \times 7.5$ ) となる。そして、メチルペンテル樹脂を用いて液体 9 を考慮しない凹レンズ 2a の減衰量  $A_2$  は 3.091 dB ( $0.448 \times 0.92 \times 7.5$ ) となり、液体 9 を考慮した本発明での凹レンズ 2a の減衰量  $A_3$  は 2.21 dB ( $0.448 \times 0.66 \times 7.5$ ) となる。

20

【0050】

したがって、メチルペンテル樹脂を用いた凹レンズ 2a の厚みはシリコーン樹脂を用いた凸レンズよりも大きいものの、単位長さ当たりの減衰量  $\quad$  を考慮すると、凹面内の液体 9 の有無に拘わらず、メチルペンテル樹脂を用いた凹レンズ 2a の減衰量  $A_2$ 、 $A_3$  の方がシリコーン樹脂を用いた凸レンズの減衰量  $A_1$  よりも小さくなる。

【0051】

さらに、本発明による凹面内の液体 9 を考慮した凹レンズ 2a (積層レンズ) の減衰量  $A_3$  (2.21 dB) は、凹面内の液体 9 を考慮しない凹レンズ 2a の減衰量  $A_2$  (3.091) よりも、約 3 割程度小さくなる。そして、従来例のシリコーン樹脂を用いた凸レンズの減衰量  $A_1$  (3.465 dB) に対しては約 4 割程度小さくなる。これらから、本実施形態では、音響レンズ 2 (凹レンズ 2a) の伝播損失 (減衰量) を抑制して、高感度の超音波探触子を得られる。

30

【0052】

(他の事項)

上記実施形態では凹レンズ 2a の凹面を生体側としたが、例えば第 4 図に示したように、凹レンズ 2a の凹面を圧電素子群 1 側としても同様である。この場合、音響レンズ 2 の例えば長軸方向の両端側を開放して音響レンズ 2 内に液体 9 を充填させる。

40

【0053】

また、圧電素子群 1 を短軸方向に回転揺動するとしたが、例えば特許文献 2 で示されるように、圧電素子群 1 を短軸方向に直線上に往復移動させる場合でもよく、要は圧電素子群 1 が液体 9 中に収容されて超音波を生体に対して送受波する超音波探触子であれば適用できる。

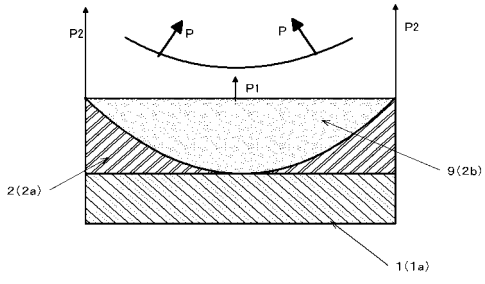
【符号の説明】

【0054】

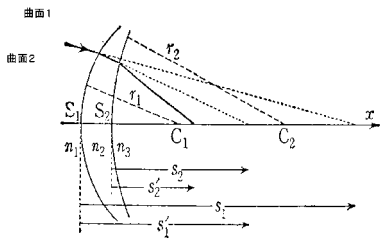
1 圧電素子群、2 音響レンズ、3 密閉容器、4 パッキング材、5 基台、6 生体、7 カサ歯車機構、8 固定台、9 液体、10 シャフト、11 ピン。

50

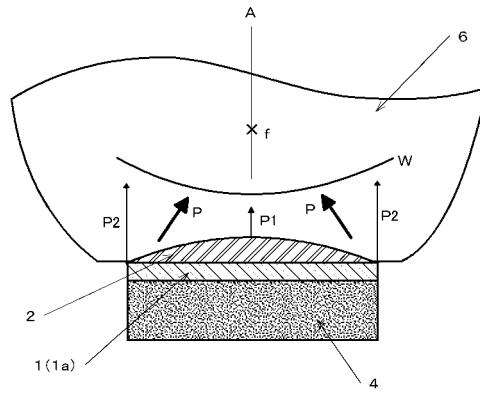
【 図 2 】



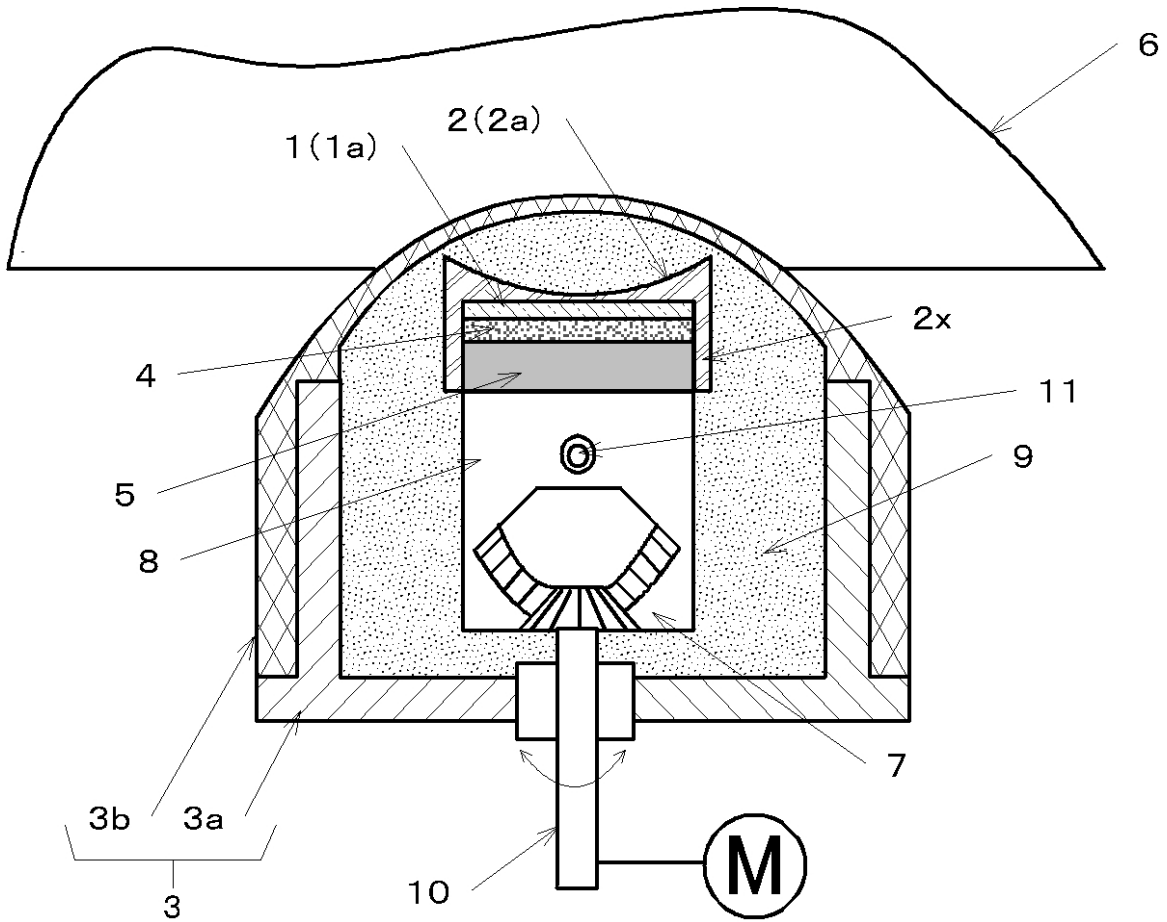
【 図 3 】



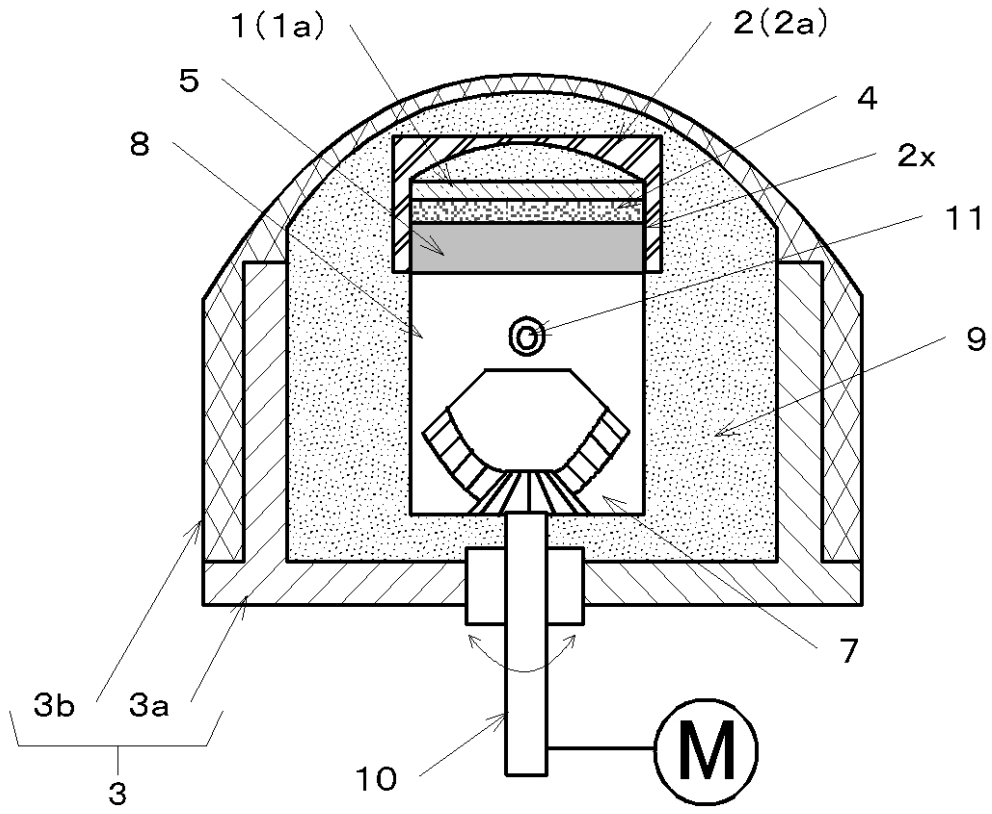
【 図 6 】



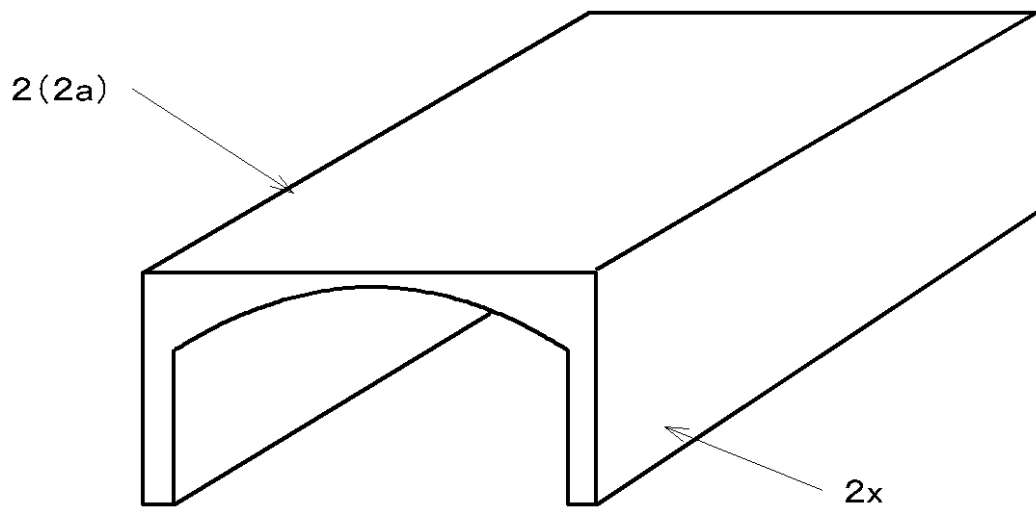
【 図 1 】



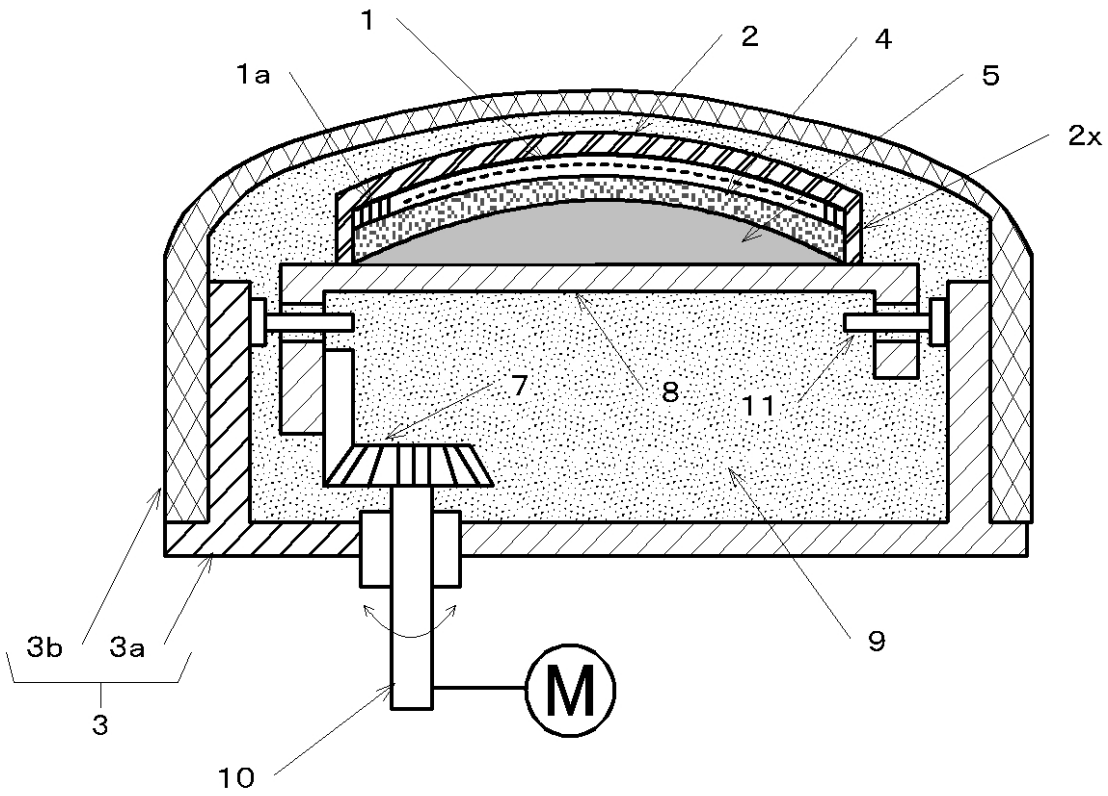
【図4】  
(a)



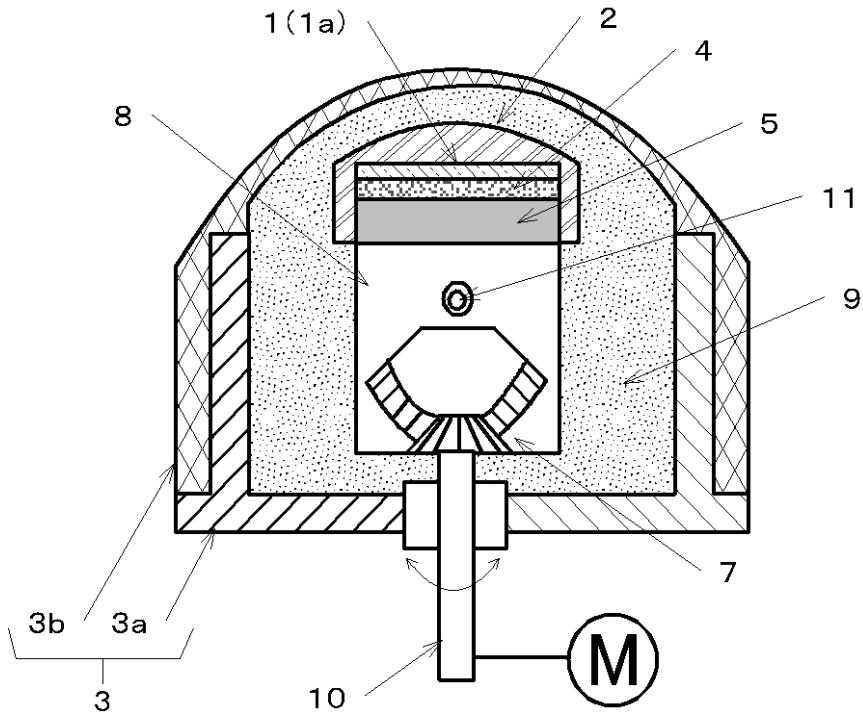
(b)



【図5】  
(a)



(b)



专利名称(译)	短轴移动式超声波探头		
公开(公告)号	<a href="#">JP2010005374A</a>	公开(公告)日	2010-01-14
申请号	JP2009063046	申请日	2009-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	日本电波工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	NDK		
[标]发明人	松澤格		
发明人	松澤 格		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB13 4C601/BB15 4C601/BB16 4C601/EE03 4C601/GA13 4C601/GB33 4C601/GB35 4C601/GC02 4C601/GC10		
优先权	2008139317 2008-05-28 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种短轴运动型超声波探头，其传播损耗得到抑制，灵敏度提高。 解决方案：提供了一种压电元件组1，其中在作为压电元件宽度方向的长轴方向上排列了多个压电元件，并提供了设置在压电元件组1的超声波发射/接收表面侧的压电元件的长度。 在短轴方向上具有曲率的声透镜2，以及密封容器3，该密封容器3填充有作为超声介质的液体9，该液体包含设置有声透镜2的压电元件组1。 在使压电元件组1在短轴方向上移动以向生物体收发超声波的短轴运动型超声波探头中，声透镜2是与有机硅树脂相比，传播损失小，与生物体相比，声速高 凹透镜2a和凹透镜2a。 液体9的声速 $c_1$ ， $c_2$ 和生物体的声速 $c_3$ 为 $c_1 > c_3 > c_2$ 。 [选型图]图1

